

BEST AVAILABLE COPY

102 31 866.2

12. Juli 2002

Basell Polyolefine GmbH, Wesseling/DE

Mehrstufiges Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern aus Halbschalen

B 29 C, B 60 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. Mai 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
 Im Auftrag

Walner

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Mehrstufiges Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern aus Halbschalen

Beschreibung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein mehrstufiges Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern aus Halbschalen. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung nach dem vorgenannten Verfahren herstellbare Kunststoffhohlkörper sowie deren Verwendung beispielsweise als Kunststoffkraftstoffbehälter in Kraftfahrzeugen.
- 10 Im Fahrzeugbau haben Kunststoffhohlkörper in Form von Kraftstofftanks, die früher üblichen Tanks aus metallischen Werkstoffen nahezu vollständig verdrängt. Aber auch tragbare bzw. nicht ortsfeste Behälter aller Art, beispielsweise Benzinkanister, Kunststoffflaschen, -fässer und -
- 15 container für brennbare Flüssigkeiten, Gefahrstoffe und dergleichen werden heute fast ausschließlich aus Kunststoffen hergestellt. Der besondere Vorteil von Kunststoffbehältern und Tanks liegt vor allem im geringeren Gewicht-/Volumenverhältnis und der Vermeidung von Korrosionsproblemen sowie der kostengünstigen Herstellung.

- Für die Herstellung von Kunststoffhohlkörpern sind verschiedene Verfahren einsetzbar. Neben dem sogenannten Rotationssintern wird vor allem das Blasformen, einschließlich Coextrusions-
- 20 blasformen, in großem Maßstab in der Serienproduktion angewandt.

- Aufgrund weltweit bestehender gesetzlicher Anforderungen zur Reduktion ozonbildender Emissionen, wie beispielsweise Kraftstoffemissionen müssen Kunststoffkraftstoffbehälter (KKB) in allen Fahrzeugen gegen den Austritt von Kraftstoffen im Stillstand und Betrieb gesichert sein.
- 25 Sofern der zur Herstellung eines Kunststoffkraftstoffbehälters verwendete Kunststoff nicht bereits inhärente Barriereigenschaften aufweist, müssen zusätzliche Maßnahmen zur Permeationsminderung, z.B. Fluorierung (in-line oder off-line), Lackierung bzw. Coating, Plasmapolymerisation, Blends (Selar®-Verfahren) oder Coextrusionsverfahren (Einbau diverser Sperrpolymere im Mehrschichtverbund), getroffen werden.

- 30 Hinzu kommt, dass zur Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich der Vermeidung von Kraftstoffemissionen aus dem Kraftstoffsystem vermehrt Teile im Inneren des Tanks integriert werden müssen. Der Einbau der Teile, wie etwa Leitungen oder Ventile, kann entweder vor oder nach einem gegebenenfalls durchzuführenden Beschichtungsprozess erfolgen. Vor dem Beschichtungsprozess können Teile nur dann eingebaut werden, wenn die Einbauteile bei dem Beschichtungsverfahren nicht beschädigt werden. Erfolgt die Beschichtung vor dem Einbau etwaiger
- 35 Teile, muss davon ausgegangen werden, dass an den Befestigungsstellen (Schweißstellen) im Tank die Beschichtung beschädigt wird.

Ein für den Aufbau mehrschichtiger Hohlkörper verwendetes Verfahren ist das bereits erwähnte Coextrusionsblasformen. Das Blasformen bzw. das Coextrusionsblasformen ist eine verbreitete Technik, die jedoch den Nachteil aufweist, dass die Integration von Bauteilen, also beispielsweise Komponenten des Kraftstoffsystems, nach der Herstellung des Kunststoffhohlkörpers gar nicht
5 oder nur in sehr begrenztem Umfang möglich ist.

In der DE 198 14 314 wird ein sogenanntes Schmelzpressverfahren beschrieben. Hierbei wird ein coextrudierter Vorformling, beispielsweise als Schlauch aus einer Blasformanlage, in ein Werkzeug eingelegt und mit einem Stempel oder Negativwerkzeug zu einer Halbschale verpresst.
10 Nachteilig ist, dass vor dem Verschweißen die Entformung des Stempels erfolgen muss und somit ein Verschweißen aus der Wärme nicht möglich ist. Darüber hinaus tritt beim Verpressen eine starke Schmelzquetschströmung parallel zur Werkzeugoberfläche auf, wodurch zwar die Gesamtwanddicke gut über die geometrischen Maße von Werkzeug und Stempel festgelegt werden kann, jedoch die zumeist leicht fließende Schmelze der Sperrpolymere örtlich ausgedünnt werden
15 kann. Dies wiederum bewirkt eine über den Kunststoffhohlkörper ungleichmäßige Barrierewirkung.

Bei einem weiteren im Stand der Technik bekannten Herstellungsverfahren, dem sogenannten Thermoformverfahren bzw. Twin-Sheet-Verfahren werden zunächst zwei Halbschalen durch Tiefziehen entsprechender Plattenhalbzeuge gefertigt und diese in einem zweiten Verfahrensschritt
20 miteinander verschweißt. Ein grundlegender Nachteil dieses Verfahrens besteht allerdings unter anderem in der nur bedingt kontrollierbaren Wanddickenverteilung in den Tankhalbschalen. Die Wanddickenverteilung und somit die Sperrschichtdickenverteilung lassen sich nur unzureichend kontrollieren, da die Plattenhalbzeuge eine gleichmäßige Wanddicke besitzen, so dass je nach
25 Reckverhältnissen beim Tiefziehen die Wanddicke bzw. die Sperrschichtdicke lokal stark ausgedünnt werden kann.

Aus DE 100 42 121 ist ein Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern bekannt, wobei zunächst ein schlauchförmiger Kunststoffvorformling in einer Blasform- oder
30 Coextrusionsblasformanlage hergestellt und anschließend zu wenigstens einem flächigen Halbzeug aufgeschnitten wird, wonach die erhaltenen flächigen Halbzeuge zu Halbschalen thermogeformt und dann zu einem Hohlkörper miteinander verschweißt werden.

Das Prinzip dieses Verfahrens zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern besteht darin, dass ein
35 in einer Blasform- oder Coextrusionsblasformanlage hergestellter Kunststoffvorformling in axialer Richtung aufgeschnitten wird und die so erhaltenen schmelzeförmigen, flächigen Plattenhalbzeuge in zwei Tiefziehwerkzeuge eingelegt und zu der gewünschten Form umgeformt werden. Auf diese Weise werden zwei Halbschalen erhalten, die anschließend aus der Tiefziehwärme miteinander verschweißt werden können. Nachteile dieses Verfahrens liegen darin, dass beim Einbau
40 von Bauteilen im Inneren der Halbschalen diese sukzessive abkühlen, wodurch vor dem Ver-

schweißen die Bauteile nacherwärmt werden müssen, was zur Ausbildung von Spannungen in der Schweißnaht führt, die im fertigen KKB zu Kerbstellen und Sollbruchstellen führen. Auch hängt die Stabilität des KKB entscheidend von der Qualität der Quetschkanten an den Halbschalen ab. Hier induzierte Spannungen im Kunststoff wirken sich ebenfalls negativ auf die mechanische Belastbarkeit der Kunststoffhohlkörper aus.

Ein weiteres Verfahren des Standes der Technik ist in der US-Patentanmeldung 2001/0015513 beschrieben. Hier werden die Hohlkörper in einem einstufigen Prozess nach dem Aufschneiden eines extrudierten, schlauchförmigen Kunststoffrohrlings in zwei Stücke in einer zweiteiligen Blasformanlage durch sofortiges Verschweißen und Blasformen von zwei Halbzeugen erzeugt. Etwaige Einbauteile werden dabei simultan mit dem Schließen der Werkzeughälften über einen Roboter in den sich ausbildenden Hohlkörper eingebracht. Diese Verfahrensführung erfordert einen hohen apparativen und steuerungstechnischen Aufwand.

Die vorhergehenden Ausführungen zeigen, dass die im Stand der Technik bekannten Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern eine Reihe gravierender Nachteile aufweisen. Es besteht daher ein starkes Bedürfnis, ein Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern zur Verfügung zu stellen, welches die vorgenannten Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Der vorliegenden Erfindung lag außerdem die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, bei dem die bereits existierenden und in der Industrie weit verbreiteten Coextrusionsblasformanlagen bzw. Blasformanlagen weiterhin Verwendung finden.

Weitere Aufgaben ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung.

Die Lösung der verfahrensbezogenen Aufgaben liegt in den Merkmalen des Anspruches 1.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Verfahrensunteransprüchen definiert.

- Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern bereitgestellt, welches die folgenden Schritte umfasst:
- a) Herstellen eines schlauchförmigen Kunststoffvorformlings mittels Extrusion oder Coextrusion;
 - b) Aufschneiden des Kunststoffvorformlings zu zwei flächigen Halbzeugen;
 - c) Formen der flächigen Halbzeuge in zwei Werkzeughälften zu Halbschalen, wobei die Werkzeughälften voneinander mindestens entlang der umlaufenden Kanten durch einen entfernbaren Zwischenrahmen getrennt sind, so dass sich die Halbzeuge/Halbschalen nicht berühren;
 - d) Öffnen der Werkzeughälften und Entfernen des Zwischenrahmens;

- e) Schließen der Werkzeughälften, wodurch die Halbschalen entlang eines umlaufenden Randes in Kontakt miteinander kommen; und
- f) Verbinden der Halbschalen zu einem Hohlkörper.

- 5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im Anschluss an den Verfahrensschritt d) Einbauteile, gegebenenfalls vormontiert, wie Leitungen, Ventile, Pumpen, Filter etc. in eine oder gegebenenfalls auch beide Halbschalen eingebracht werden.

- 10 Unter "Kunststoffvorformling" wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein aus der Extrusions- bzw. Coextrusionsanlage extrudierter, schmelzeheißer und vorzugsweise schlauchförmiger Rohling aus mindestens einer, gegebenenfalls mehrerer, Kunststoffschichten verstanden. Mit "Halbzeugen" werden die aus dem Vorformling durch Aufschneiden erzeugten Flächengebilde bezeichnet, die anschließend in Blasform- und/oder Tiefziehwerkzeugen geformt, d. h. mit einer vorgegebenen, einseitig offenen, dreidimensionalen Raumstruktur versehen werden. Unter
- 15 "Halbschalen" werden erfindungsgemäß die aus den Halbzeugen durch Formgebung gebildeten schalenförmigen Gebilde verstanden, die nachfolgend zu Kunststoffhohlkörpern verbunden werden.

- 20 Es wurde gefunden, dass für das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern die Nachteile der im Stand der Technik bekannten Verfahren vermieden werden. Die erfindungsgemäße Verwendung eines Zwischenrahmens oder einer Zwischenplatte und das Öffnen und Schließen der Werkzeughälften auf verschiedenen Schließpunkten ermöglicht es, das bisher aus der DE 100 42 121 bekannte Verfahren in funktionale Schritte zu unterteilen, wodurch der Einbau von Bauteilen in das Innere des Hohlkörpers wesentlich erleichtert wird, und die Qualität der Hohlkörper entscheidend zu verbessern. Ferner ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren auch den problemlosen Einbau größerer Bauteile im Inneren des Hohlkörpers, im wesentlichen ohne dass das ungeformte Halbzeug berührt wird.
- 25

- 30 Das Prinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern besteht darin, dass ein in einer Blasform- oder Coextrusionsblasformanlage hergestellter Kunststoffvorformling in axialer Richtung aufgeschnitten wird und die so erhaltenen schmelzeförmigen, flächigen Plattenhalbzeuge in zwei Werkzeughälften eingebracht werden, die beim Schließen des Werkzeugs entlang der umlaufenden Kante voneinander durch einen entfernbaren Zwischenrahmen getrennt sind, so dass sich die beiden Kunststoffhalbzeuge im wesentlichen nicht berühren.
- 35 Durch Verwendung des Zwischenrahmens (Figur 5) können die beiden Halbschalen im wesentlichen unabhängig voneinander in ihren jeweiligen Werkzeughälften vollständig geformt werden, wonach sie nach Entfernen des Zwischenrahmens miteinander verbunden werden können, ohne die Halbschalen aus den Werkzeugen zu entfernen. Auf diese Weise können auch große Einbauteile eingebracht werden sowie die Halbschalen anschließend beispielsweise "in einer Wärm-

me", d.h. im wesentlichen ohne die gesamten Halbschalen erneut aufheizen zu müssen miteinander verschweißt werden.

5 Der erfindungsgemäße Zwischenrahmen kann auch in Form einer Zwischenplatte ausgeführt sein, welche die Fläche zwischen den beiden Werkzeughälften im wesentlichen vollständig ausfüllt. Daher ist im Rahmen dieser Erfindung, wenn von einem Zwischenrahmen die Rede ist, immer auch die Möglichkeit eingeschlossen, dass der Rahmen als Platte vorliegt. Der Zwischenrahmen bzw. die Zwischenplatte kann einteilig oder mehrteilig ausgeführt sein, und muss sich in ihrer Form der randseitigen Werkzeugkontur anpassen. Er/sie wird daher je nach Werkzeugteil-
10 lung räumlich gekrümmt sein. Die Kontaktfläche des Rahmens kann so gewählt werden, dass ein möglichst einfacher 3D-Verlauf trotz einer gegebenenfalls komplexen Trennebene gewählt wird (Figur 5). Bei geteilten, mehrteiligen Zwischenrahmen bzw. -Platten sind die Teile bevorzugt unabhängig voneinander, oder auch miteinander gekoppelt beweglich.

15 Im erfindungsgemäßen mehrstufigen Verfahren werden die Werkzeughälften zunächst auf den Zwischenrahmen geschlossen, so dass sich ein zuvor zweigeteilter Vorformling zwischen der jeweiligen Werkzeughälfte und dem Rahmen befindet, ohne dass die Vorformlinge bzw. Halbzeuge in direkten Kontakt miteinander kommen. Nach dem Formen der Halbzeuge in den Werkzeughälften in einem ersten Schritt wird das Werkzeug geöffnet und der Zwischenrahmen entfernt. Zu
20 diesem Zeitpunkt ist die volle Zugänglichkeit an die Innenseite des späteren Hohlkörpers gegeben, so dass jetzt auch große Einbauten angebracht und exakt positioniert werden können.

Anschließend erfolgt in einer weiteren Schließbewegung in einem zweiten Schritt das endgültige Schließen der Werkzeughälften aufeinander, so dass die Halbzeuge in direkten Kontakt miteinander
25 der kommen und nachfolgend verbunden bzw. verschweißt werden können. Insofern ist der beschriebene Prozess mehrstufig zu nennen. In den geschilderten zwei Stufen unterscheidet sich der Wegpunkt, in dem das Werkzeug als geschlossen betrachtet wird um die Dicke des Zwischenrahmens.

30 Die Entfernung des Zwischenrahmens aus dem Raum zwischen den Werkzeughälften kann translatorisch oder rotatorisch erfolgen, wozu auch ein geeigneter Roboter eingesetzt werden kann.

Figur 1 zeigt ein Weg/Zeit-Diagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens. Der Formungszyklus
35 der flächigen Halbzeuge beginnt bei offenem Werkzeug im Zeitpunkt t_0 . Nach Einlegen der Halbzeuge in die Formhälften werden diese auf den Zwischenrahmen bzw. die Zwischenplatte geschlossen, wonach im Zeitraum T1 beide Halbschalen durch Aufblasen und/oder Tiefziehen von innen her ausgeformt werden. Anschließend wird das Werkzeug zum Ende dieser ersten Verfahrensstufe wieder geöffnet. Im Zeitraum T2 besteht nun, bei offener Zugänglichkeit der Innenseite
40 beider Halbschalen, die Möglichkeit beispielsweise Einbauteile zu platzieren oder eine Beschich-

- tung der Halbschaleninnenseiten vorzunehmen. Gleichzeitig wird der Zwischenrahmen entfernt. Dann werden die Werkzeughälften, diesmal ohne Zwischenrahmen, aufeinander geschlossen, wobei die Halbzeuge miteinander verbunden bzw. verschweißt werden. Bei geschlossenem Werkzeug wird nun im Zeitraum T3 in einer zweiten Verfahrensstufe der aus den verschweißten Halbschalen gebildete Hohlkörper durch Aufblasen und ggf. Tiefziehen im wesentlichen vollständig ausgeformt und abgekühlt. Anschließend wird das Werkzeug wieder geöffnet, und im Zeitraum T4 der Hohlkörper entformt und der Zwischenrahmen wieder eingesetzt, so dass der Zyklus wieder von Anfang beginnen kann.
- 10 Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die Art des Halbschalenformungsvorgangs völlig frei zu beeinflussen, indem die Prozessparameter im ersten Schritt (= Stufe 1), der Schließung des Werkzeugs mit eingesetztem Rahmen, und im 2. Schritt (=Stufe 2), Schließen ohne Rahmen, variiert werden. Dies wird dadurch ermöglicht, dass die Zeiträume T1 bis T4 variabel sind und nach den jeweiligen Erfordernissen frei gewählt werden können.
- 15 Wenn z.B. die Zeit für Stufe 1 (T1) länger gewählt wird als die zweite Schließzeit ohne Zwischenrahmen T3, ergibt sich dadurch im wesentlichen eine Formgebung durch Thermoformen bzw. Tiefziehen. Im umgekehrten Fall, bei längerer zweiter Schließzeit T3 erfolgt die Hohlkörperbildung im wesentlichen durch Blasformen. Dazwischen sind alle Abstufungen im Verhältnis der Formgebungsmethoden zueinander einstellbar, also beliebige ein- und mehrstufige Kombinationen von Tiefzieh- und Blasformvorgängen.
- 20 Werden die Prozessparameter so eingestellt, dass Stufe 1 annähernd so groß ist wie die gesamte Zykluszeit, so entspricht das Verfahren der Herstellung von thermogeformten Halbschalen, die einzeln entnommen werden um später komplettiert zu werden. Bei einer u.a. vom Endprodukt abhängigen mittleren Verhältnis von Stufe 1 zu Stufe 2 erfolgt die Formgebung durch das sogenannte EVBM-(Extrusion Vacuum Blow Moulding)-Verfahren. Dabei wird die Dauer der Stufe 1 (T1) so gewählt, dass die Halbschalen formstabil z.B. den Einbau von Teilen im Zeitraum T2 ermöglichen, gleichzeitig der Kunststoff heiß genug ist, um in der zweiten Schließzeit T3 verschweißt zu werden. Die Formstabilität kann beispielsweise durch das Anlegen von Vakuum zwischen Werkzeug und Kunststoff verbessert werden, etwa über geeignete Bohrungen durch das Werkzeug bis zur Kavität. Wird die Dauer der ersten Verfahrensstufe (Schließen mit Rahmen) dagegen so stark verkürzt, dass sie gegen Null geht, entspricht das Verfahren dem bekannten Blasformen.
- 30 Diese Variabilität des erfindungsgemäßen Verfahrens erlaubt es, die Formgebungsschritte exakt den strukturellen Notwendigkeiten der Werkzeuge und des herzustellenden Hohlkörpers individuell anzupassen.

Ferner können die Blasform- und Tiefziehschritte entsprechend den fließdynamischen Gegebenheiten der jeweilig verwendeten Kunststoffen gewählt werden, um eine optimale und gleichmäßig dicke Passung des Halbzeugs in die Werkzeughälften zu ermöglichen.

- 5 Besonders vorteilhaft ist ferner, dass nach dem erfindungsgemäßen Verfahren beim Öffnen des Werkzeugs zur Entfernung des Zwischenrahmens beide Halbschalen voll zugänglich sind, so dass der Einbau von Bauteilen im Inneren des Behälters erheblich erleichtert wird. Weil die Halbzeuge bzw. Halbschalen dabei in den Werkzeughälften verbleiben, kann durch eine entsprechende Temperierung des Werkzeugs und des Zwischenrahmens/der Zwischenplatte eine allzu starke
- 10 Abkühlung des Kunststoffs besonders an der späteren Innenseite des Hohlkörpers vermieden werden, wodurch Einbauteile direkt mit dem schmelzeheißen Kunststoff verschweißt werden können, und die Halbschalen beim nachfolgenden Schritt noch heiß genug sind, um direkt miteinander verschweißt zu werden.
- 15 Die Herstellung der flächigen Halbzeuge über eine Blasformanlage erlaubt im übrigen durch die hohe Flexibilität der Formgebungsschritte eine gezielte und reproduzierbare Wanddickensteuerung und eine hohe Gestaltungsfreiheit. Bei Verwendung einer Coextrusionsblasformanlage lassen sich Schichten aus Barrierepolymeren in das Halbzeug integrieren. Wird das Halbzeug einschichtig auf einer Blasformanlage gefertigt, so lassen sich nachträglich Barrierschichten auf-
- 20 bringen, beispielsweise durch Fluorierung oder Lackierung. Die Beschichtungsvorgänge können vorteilhaft nach dem Öffnen des Werkzeugs vor oder nach der Anbringung von Einbauteilen an den vollständig zugänglichen Halbschalen erfolgen.
- 25 Der erfindungsgemäße Zwischenrahmen erfüllt mehrere Funktionen. Die Hauptfunktion ist das umlaufende randseitige Festhalten bzw. Fixieren des Halbzeugs in der Werkzeughälfte beim Formvorgang. Ferner dient der Rahmen als Aufpressfläche beim Abquetschen des Halbzeugs durch den Quetschrand des Werkzeugs. Die Funktionen Fixieren und Abquetschen werden maßgeblich durch die Geometrie und Ausführung der Kantenbereiche sowohl des Zwischenrahmens, als auch des Werkzeugs beeinflusst. Bevorzugt wird in der Erfindung durch eine abgestufte Aus-
- 30 führung der Kanten des Werkzeugs eine gezielte Herbeiführung des Kontakts zwischen Halbzeug und Zwischenrahmen gewährleistet, wodurch dieses so abgedichtet wird, dass ein zumindest teilweises Aufblasen des Halbzeugs bereits in der ersten Formungsstufe ermöglicht wird, ohne die spätere Bildung einer sauberen Quetschnaht zu verhindern.
- 35 In besonders bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung kann der Zwischenrahmen bzw. die Zwischenplatte weitere Funktionen übernehmen, indem beispielsweise über entsprechende Bohrungen Blasluft gezielt zu- oder abgeführt wird. Damit können Spül- oder Entlüftungsfunktionen wahrgenommen werden. Weiterhin können zusätzliche, auch bewegliche Funktionsträger wie Stempel oder Backen auf bzw. an oder in dem Rahmen angeordnet bzw. integriert werden. Dar-

Über hinaus kann der Zwischenrahmen auch als Träger für einzubringende Bauteile verwendet werden.

5 Zur Unterstützung der Funktionen des Zwischenrahmens kann dieser mit Vorrichtungen zur Kühlung oder Beheizung von mindestens einem Teilbereich des Rahmens ausgestattet sein. Die Temperierung kann zeitlich und/oder örtlich unterschiedlich sein, so dass bestimmte Bereiche des Rahmens/der Platte während eines Verfahrenszyklus gegebenenfalls unterschiedlich temperierbar sein können. Die Temperierung kann beispielsweise mittels Durchströmung von Kanälen mit einem geeigneten Kühlmedium bzw. Heizmedium erfolgen. Auch elektrische Heizpatronen oder
10 der Einsatz von Thermodrähten ist möglich. Besonders bevorzugt ist eine gezielte Temperierung, vorzugsweise eine Erwärmung der Quetschkante des Werkzeugs, um eine größere Homogenität und Spannungsfreiheit der Quetschkante zu erreichen.

15 Da sich beim Tiefziehen die Kante des Halbzeugs, an der dieses fixiert wird, teilweise lokal abkühlt, kann es beim Abquetschvorgang zur Ausbildung von Spannungen im Kunststoff kommen, die das mechanische Verhalten und die Güte der Quetschnaht nachteilig verändern können. Auch führt die Abkühlung dazu, dass zum nachfolgenden Verschweißen der Halbschalen zum fertigen Hohlkörper gegebenenfalls nacherhitzt werden muss, um die nötige Schweißtemperatur zu erhalten. Dies führt ebenso zu Spannungen im Kunststoff, die im fertigen Hohlkörper Kerbstellen
20 und Vorzugsbruchstellen ausbilden.

Aus diesen Gründen wird in einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung der Randbereich der Halbschalen lokal erwärmt bzw. temperiert. Die Temperierung der Zwischenplatte im dem Bereich, in dem die Quetschkante des Werkzeugs zu liegen kommt, erfolgt bevorzugt auf beiden Seiten des Plattenrandes, kann aber auch nur einseitig vorgesehen sein.
25

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kunststoffhohlkörper, welcher nach dem vorbeschriebenen Verfahren herstellbar ist. Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Kunststoffhohlkörper vorzugsweise als
30 Kunststoffkraftstoffbehälter in Kraftfahrzeugen, aber auch als Benzinkanister, Kunststofftanks zur Lagerung und zum Transport von Heizöl, Diesel und dergleichen, Transportbehälter auf Nutzfahrzeugen, beispielsweise für landwirtschaftliche Spritzmittel, Lösungsmittelbehälter, Kunststoffflaschen und dergleichen verwendet werden.

35 Ein weiterer Vorteil des Herstellungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass vor dem Verbinden der geformten Halbzeuge gegebenenfalls Einbauten, wie etwa Komponenten eines Kraftstoffsystems, problemlos auf der Innenseite der Halbschalen angebracht werden können. Es ist daher erfindungsgemäß vorgesehen, dass vor dem Verschweißen der thermogeformten Halbzeuge Einbauteile, wie etwa Lüftungsleitungen für den Druckausgleich innerhalb des Tanks, Kraftstoffleitungen für den Flüssigkeitsausgleich innerhalb der des Tanks, Venti-
40

le, Schwalltöpfe, Pumpen- und/oder Tankgebermodule, an der Innenseite der Halbschalen angebracht werden.

- 5 Das Verbinden der Halbzeuge kann durch Verkleben mit geeigneten Klebstoffen oder durch Hitze-Verschweißen erfolgen, oder durch eine Kombination der beiden. Bevorzugt ist verschweißen. Das Verschweißen der Halbzeuge geschieht vorzugsweise "in einer Wärme", d.h. die nach dem Formen in der Stufe 1 und Entfernen des Zwischenrahmens immer noch schmelzeheißen Halbschalen werden durch Schließen der Werkzeughälften in der Stufe 2 randseitig miteinander in direkten Kontakt gebracht und direkt miteinander verschweißt, wobei der Butzen abgequetscht wird.
- 10

- 15 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt vorteilhafter Weise vor dem Verbinden der beiden Halbzeuge keine bzw. nur eine geringe Abkühlung. Verfahrensbedingt erfolgt die Abkühlung hauptsächlich außen. Die Innenseiten der Halbzeuge, die in der Stufe 2 beim Zeitraum T3 randseitig kontaktiert und verschweißt werden, bleiben in der Regel für eine längere Zeit schmelzeheiß und somit verschweißbar. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens sind zur Herstellung des Kunststoffhohlkörpers aus dem schmelzeheißen (co)extrudierten schlauchförmigen Vorformling keine zusätzlichen Aufheiz- oder Abkühlschritte notwendig.

- 20 Erfindungsgemäß kann dies dadurch erreicht werden, dass in dem Zwischenrahmen Vorrichtungen zur Kühlung oder Beheizung vorgesehen sind, wie oben beschrieben.

- 25 Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass die Wanddicke des Kunststoffvorformlings in der verwendeten Coextrusionsblasformanlage gezielt reguliert werden kann. Die präzise Regulierung der Wanddicke des Vorformlings in der Coextrusionsblasformanlage führt zu einer signifikanten Verbesserung der Wanddickensteuerung bei dem anschließenden Thermoform- bzw. Tiefziehprozess. Der Durchmesser bzw. der Umfang des Kunststoffvorformlings wird über den Düsendurchmesser des Extrusionsblaskopfes festgelegt und ist den Erfordernissen der nachfolgenden Verfahrensschritte anzupassen. Die Wanddicke des Kunststoffvorformlings kann bei der Extrusion mit Hilfe des variablen Düsenpalts in axialer Richtung reguliert werden. Bei Verwendung profilierter Düsen/Dorn-Paare oder flexibler Düsenringe, die mit geeigneten Stellelementen deformiert werden können (partielle Wanddickensteuerung) lässt sich auch eine radiale Wanddickensteuerung realisieren.
- 30

- 35 Während oder nach dem Austreten der Kunststoffschmelze aus der Düse bis zu einer gewünschten Länge, die gegebenenfalls den Erfordernissen der nachfolgenden Verfahrensschritte und der Fertigteilgeometrie anzupassen ist, wird der Vorformling aufgeschnitten, so dass man wenigstens ein, vorzugsweise zwei, oder auch mehrere, beispielsweise drei oder vier, flächige Halbzeuge erhält. Das Aufschneiden des Kunststoffvorformlings erfolgt in einer bevorzugten

Ausführungsform vor dem Abtrennen von der Düse, also bereits während der Extrusion oder unmittelbar nach der Extrusion.

5 In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform wird der Kunststoffvorformling vor dem Schneiden mit Hilfe einer Spreizvorrichtung senkrecht zur Extrusionsrichtung gedehnt. Wird der schlauchförmige Vorformling nur einseitig aufgeschnitten, erhält man ein großflächiges Halbzeug, das über ein Tiefziehwerkzeug mit zwei Kammern für Ober- und Unterschale gelegt werden kann, so dass daraus zwei Halbschalen entstehen, welche anschließend voneinander getrennt und verschweißt werden. Vorzugsweise wird der schlauchförmige Vorformling an zwei Seiten
10 aufgeschnitten, so dass zwei flächige Halbzeuge entstehen, welche jeweils in ein Tiefziehwerkzeug eingeformt werden. Weiterhin ist es erfindungsgemäß auch vorgesehen, den Vorformling in mehr als zwei Teile zu zerschneiden und gegebenenfalls das Fertigteil aus mehr als zwei Teilschalen zu fertigen.

15 Die so erhaltenen Kunststoffteile werden dann in einem Thermoformprozess zu halbschalenartigen Halbzeugen weiterverarbeitet. Vorteilhafterweise können bereits vorhandene Coextrusionsblasformanlagen auch für das erfindungsgemäße Verfahren verwendet werden. Die Blasformanlagen müssten lediglich durch entsprechende Schneideeinheiten, bevorzugt Roboter, sowie Tiefziehseinheiten ergänzt werden, wobei es grundsätzlich auch möglich ist, die bereits vorhandenen
20 Schließseinheiten der Blasformanlagen zum Tiefziehen, Komplettieren und Verschweißen einzusetzen.

Es hat sich gezeigt, dass der Einsatz von herkömmlichen zur Durchtrennung von Kunststoffbahnen verwendeten Schneidevorrichtungen, wie etwa üblichen Stahlklingen, gravierende Nachteile mit sich bringt. Insbesondere wurde gefunden, dass es häufig zu Anhaftungen der Kunststoffschmelze an der Vorrichtung bzw. der Klinge kommt. Solche Anhaftungen oder Verklebungen führen zu einer unerwünschten Deformation des Vorformlings und der nach dem Trennvorgang erhaltenen schmelzeförmige, annähernd "flächige" Plattenhalbzeuge (sogenannte Vorhänge). Weiterhin wurde festgestellt, dass in vielen Fällen insbesondere zu Beginn des Extrusionsvorgangs der Druck der nachfolgenden Schmelze nicht ausreicht, um den gewünschten Schneidvorgang durchzuführen. Der durch die Schneidevorrichtung bzw. das Messer auf den Vorformling ausgeübte Widerstand ist häufig so groß, dass es insbesondere zu Beginn des Extrusionsprozesses, d.h. zu Beginn des Schlauchaustritts aus der Düse, zu starken Verwerfungen am Vorformling kommt. Die resultierenden Schnittkanten und auch die Vorhänge selbst werden infolge dessen
35 erheblich deformiert.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird daher der Kunststoffvorformling wie folgt geschnitten:

Die Schneidevorrichtung zum Schneiden des ringförmigen Schlauches in eines oder mehrere schmelzeförmige, flächige Plattenhalbzeuge (sogenannte Vorhänge) kann prinzipiell nahezu beliebige Messerausgestaltungen bzw. -geometrien aufweisen. Beispielsweise kann die Schneidevorrichtung scharfkantige, gegebenenfalls auch auswechselbare Schneideelemente umfassen.

- 5 Weiterhin können neben scharfkantigen auch stumpfe, rechteckige oder stabförmige Vorrichtungen eingesetzt werden, die als Messer bzw. Trennvorrichtung fungieren. Als besonders vorteilhaft hat sich jedoch ein Messer in Dreiecksform erwiesen, welches den austretenden Vorformling in zwei Hälften zerteilt.

- 10 Die Oberflächenbeschaffenheit der Schneidevorrichtung bzw. des Messers oder Teilen davon kann glatt oder auch geriffelt sein. Die Schneidevorrichtung bzw. das Messer selbst kann je nach Bedarf vollständig oder auch partiell beheizt oder gekühlt werden.

- 15 Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass verwendete Messer oder die verwendeten Messer, die vorzugsweise eine Dreiecksform aufweisen, mit einer Beschichtung zu versehen, die ein Anhaften der heißen Kunststoffschmelze verhindert. Geeignete Beschichtungen umfassen beispielsweise Polytetrafluorethylen (PTFE) oder andere fluorierte Kohlenwasserstoffe.

- 20 Auch über die Anordnung der Schneidevorrichtung bzw. des Messers oder der Messer kann den oben genannten Problemen entgegengewirkt werden. Prinzipiell kann das Messer bzw. die Schneidevorrichtung sowohl am Dorn und/oder der Düse der Extrusionsvorrichtung angeordnet sein. Es hat sich in einigen Fällen als vorteilhaft erwiesen, den Vorformling unmittelbar bei Austritt aus der Düse zu zerteilen. Die Schneidevorrichtung bzw. die Messer können sowohl horizontal als auch vertikal angeordnet sein.

25

- Alternativ zu der Anbringung einer Schneidevorrichtung am Dorn und/oder der Düse kann die Auftrennung der Kunststoffschmelze mit Hilfe sogenannter „Schiffchen“ erfolgen, die im Inneren des Blasformkopfes angeordnet sind. Dabei können die "Schiffchen" entweder als reine Verdränger verwendet werden, die im Schlauch des Vorformlings eine so gravierende Schwachstelle bzw. Sollbruchstelle hinterlassen, dass sich der Vorformling von selbst bzw. mit geringer Unterstützung teilt.

30

- Die zweite Möglichkeit besteht darin ähnlich dem Verfahren zur Erzeugung eines Sichtstreifens vorzugehen, bei dem über die "Schiffchen" ein transparenter Kunststoff eingespeist wird. Im Falle des Schlauchauftrennens wird dazu ein mit den Kunststoffen des Vorformlings inkompatibler Kunststoff verwendet. Bedingt durch die Inkompatibilität, lässt sich der so eingefügte "Trennstreifen" ohne großen Aufwand abziehen, wobei die verbleibenden Schlauchabschnitte (Vorhänge) im erfindungsgemäßen Verfahren als flächige Halbzeuge weiter verwendet werden. Geeignete inkompatible Polymere sind beispielsweise Polyamide, Polystyrol, so wie ggf. auch Polypropylen.

40

Die Auftrennung des Schlauches bzw. des Vorformlings kann alternativ auch mit Hilfe eines Glühdrahtes erfolgen. Vorgenannter Glühdraht kann sowohl feststehend als auch beweglich sein. Zur Auftrennung der Schmelze bzw. des Vorformlings in Vorhänge können auch Laser eingesetzt werden.

Die vorgenannten Schneidevorrichtungen einschließlich Messer, Schiffchen, Glühdraht oder Laser können starr angeordnet sein oder aber auch oszillieren. Des weiteren können sie auch schlagartig an der Schmelze vorbeigeführt werden, um so unerwünschten Aufwerfungen entgegenzuwirken. Alternativ können die vorgenannten Schneidevorrichtungen auch beweglich ausgeführt werden.

Eine erhebliche Verringerung des beim Auftreffen des Vorformlings auf die Schneidevorrichtung entstehenden Widerstandes kann erreicht werden, in dem man den kreiszylindrischen Vorformling mit einer „Sollbruchstelle“ versieht. In diesem Zusammenhang wurde gefunden, dass der Einsatz von Polymeren, die mit dem Grundpolymer des Vorformlings inkompatibel sind eine sehr einfache Auftrennung erlaubt. Inkompatibilität bedeutet in diesem Zusammenhang, dass es nicht zu einem Verschweißen des Grundpolymers mit dem coextrudierten Polymer kommt. Entsprechende Polymere sind oben genannt.

Insbesondere bei Vorformlingen mit besonders dicker Wandstärke und/oder bei Vorformlingen aus besonders hochmolekularem Material hat es sich als vorteilhaft erwiesen die Schneidevorrichtung mit einem Antriebsmittel zu versehen: Führt man einen Vorformling mit relativ dicker Wandstärke Material über eine Schneidevorrichtung, können an den entstehenden Schnittkanten Verwerfungen und Faltungen entstehen (Figur 3), da der durch die Schneidevorrichtung bzw. das Messer auf den Vorformling ausgeübte Widerstand bei der Durchtrennung von Vorformlingen mit dicker Wandstärke besonders groß ist.

Es wurde gefunden, dass die oben genannten Probleme überwunden werden können, indem man eine oben beschriebene Schneidevorrichtung mit einem Antriebssystem ausstattet, das den Vorformling und/oder die entstehenden Vorhänge abzieht bzw. transportiert. Der Abziehmechanismus bewirkt, dass der Vorformling bzw. die Vorhänge mittels Zugkraft über die Schneidevorrichtung geführt werden und so der oben beschriebene durch die Schneidevorrichtung auf den Vorformling wirkende Widerstand bzw. die auftretenden Kräfte kompensiert werden. Dadurch können Vorformlinge mit dünnen und dicken Wandschichten aus hoch- bis einschliesslich niedermolekularen und/oder hoch- bis einschliesslich niederdichten Materialien verarbeitet werden.

Ein besonders bevorzugtes Abziehsystem umfasst ein oder mehrere walzenförmige Abziehelemente pro Halbzeug, wie beispielsweise Antriebsrollen, und besonders bevorzugt pneumatische Gleitrollen. Die angetriebenen Elemente bzw. Rollen üben eine Zugkraft auf den Vorformling bzw.

die Vorhänge aus. Diese Zugkraft bewirkt zusammen mit der durch die Extrusion hervorgerufenen Schubkraft, dass der Vorformling in der gewünschten Weise gleichmäßig über die Schneidevorrichtung geführt wird.

- 5 Der Einsatz von Antriebsrollen bzw. Walzen hat den zusätzlichen Vorteil, dass der Vorformlingsabschnitt unmittelbar nach der Durchtrennung des Vorformlings vom Schneidmesser abgehoben wird und somit Verklebungen bzw. Anhaftungen vermieden werden. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden die Antriebsrollen in der Schneidevorrichtung, vorzugsweise einem dreiecksförmigen Schneidmesser integriert. Alternativ können die Antriebsrollen auch separat, also außerhalb der Schneidevorrichtung angebracht werden.

Weiterhin ist es bevorzugt, dass die Antriebselemente profiliert, geriffelt oder mit einer geeigneten Beschichtung versehen sind, um eine ausreichende Reibung bzw. einen kontinuierlichen Transport der thermoplastischen Masse zu gewährleisten.

15

Die relative Geschwindigkeit zwischen Vorformling bzw. Vorformlingsabschnitt und Antriebselement kann dabei zwischen 0 und einem Geschwindigkeitsüberschuss des Antriebselements liegen. Bevorzugt ist ein Geschwindigkeitsüberschuss des Antriebselements.

- 20 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung zur Führung des Vorformlings bzw. der Vorformlingsabschnitte (Vorhänge) zusätzliche Führungsrollen. Diese Führungsrollen können gegebenenfalls auch angetrieben werden. Mit Hilfe dieser Führungsrollen kann beispielsweise der Abstand zwischen den erhaltenen Vorformlingsabschnitten reguliert werden oder aber auch eine Verformung und insbesondere Verflachung der Vorformlingsabschnitte erzielt werden. Die Schneide- bzw. Führungsvorrichtungen weisen neben den oben genannten Antriebsrollen auch Führungsrollen auf.

- 30 Ein besonders bevorzugtes Antriebssystem umfasst walzenförmige Antriebselemente, wie beispielsweise Antriebsrollen, und besonders bevorzugt pneumatische Gleitrollen. Die angetriebenen Elemente bzw. Rollen üben eine Zugkraft auf den Vorformling bzw. die Vorhänge aus. Diese Zugkraft bewirkt zusammen mit der durch die Extrusion hervorgerufenen Schubkraft, dass der Vorformling in der gewünschten Weise gleichmäßig über die Schneidevorrichtung geführt wird.

- 35 Der Einsatz von Antriebsrollen bzw. Walzen hat den zusätzlichen Vorteil, dass der Vorformlingsabschnitt unmittelbar nach der Durchtrennung des Vorformlings vom Schneidmesser abgehoben wird und somit Verklebungen bzw. Anhaftungen vermieden werden. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden die Antriebsrollen in der Schneidevorrichtung, vorzugsweise einem dreiecksförmigen Schneidmesser integriert. Alternativ können die Antriebsrollen auch separat, also außerhalb der Schneidevorrichtung angebracht werden.

Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass für einzelne Arbeitsschritte des Verfahrens, insbesondere für das Abtrennen, den Transport und das Schneiden des Kunststoffvorformlings, sowie das Einsetzen von Einbauteilen in den Hohlkörper Roboter eingesetzt werden.

- 5 Aufgrund der hohen Beanspruchung des Kunststoffmaterials und der hohen Anforderungen, beispielsweise hinsichtlich der Barrierewirkung, sind die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Kunststoffhohlkörper vorzugsweise aus mehreren Schichten aufgebaut.

- 10 Bevorzugt sind die erfindungsgemäßen Kunststoffhohlkörper aus mindestens zwei Schichten aufgebaut. Bei diesen Schichten handelt es sich stets um eine tragende Basisschicht, welche üblicherweise die Innenoberfläche des Hohlkörpers bildet. Diese Schicht ist somit für die Dichtigkeit und mechanische Stabilität des Behälters von entscheidender Bedeutung.

- 15 In einer besonderen Ausführungsform weist der hergestellte Kunststoffvorformling mindestens eine Schicht aus polymerem Material, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe umfassend Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polyamid, Polyketon, Polyester und/oder Mischungen davon, auf. Bevorzugt weist der hergestellte Kunststoffvorformling mindestens eine Schicht aus Polyethylen, insbesondere Polyethylen mit einer Dichte von 0,93 bis 0,97 g/cm³ auf.

- 20 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Kunststoffvorformling aus mehreren Schichten aufgebaut, umfassend vorzugsweise Basisschicht, Mahlgutschicht, Haftvermittlerschicht und/oder Barrierschicht.

- 25 Die Schichtdickenverteilung innerhalb des Fertigteils und somit des Vorformlings hängt von der Anzahl der Schichten ab. Die Schichtdickenverteilung in einem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Kunststoffvorformling, welcher aus sechs Schichten aufgebaut ist, ist nachfolgend angegeben. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird ein Kunststoffvorformling bzw. ein Kunststoffhohlkörper hergestellt, der aus sechs Schichten aufgebaut ist, umfassend von außen nach innen:

- 30 eine Schicht aus HDPE mit einer Dicke von 5 bis 30 %,
eine Mahlgutschicht mit einer Dicke von 10 bis 82 %,
eine Haftvermittlerschicht mit einer Dicke von 1 bis 5 %,
eine Barrierschicht mit einer Dicke von 1 bis 10 %,
eine Haftvermittlerschicht mit einer Dicke von 1 bis 5 %, 35
eine Schicht aus HDPE mit einer Dicke von 10 bis 40 %, jeweils bezogen auf die Gesamtdicke der Behälterwand.

- Geeignete Basismaterialien umfassen hochdichtes Polyethylen (HDPE) mit einer Dichte von 0,940 bis 0,960 g/cm³, insbesondere 0,943 bis 0,955 g/cm³ und insbesondere bevorzugt von 40 0,943 bis 0,950 g/cm³. Die Schmelzfließrate der erfindungsgemäß geeigneten Polyethylenmate-

rialien beträgt zwischen 1,5 und 20 g/10 min (MFR (190°C/21,6kg)) insbesondere zwischen 2 und 10 g/10 min und besonders bevorzugt zwischen 3 und 8 g/10 min. Selbstverständlich eignen sich auch andere, bereits genannte polymere Materialien als tragendes Basismaterial.

- 5 Geeignete Barrierematerialien umfassen Ethylenvinylalkohol-Copolymerisat (EVOH), Polyamid oder auch andere Barrierepolymere wie Polyester, insbesondere Polybutylenterephthalat, Fluorpolymere, wie Polyvinylidenfluorid, Ethylen-Tetrafluoroethylen-Copolymerisat (ETFE), Tetrafluoroethylen-Hexafluoropropylen-Vinylidenfluorid-Copolymerisat (THV) sowie flüssigkristalline Polymere (LCP). Weiterhin geeignet sind auch Mischungen der vorgenannten Barrierematerialien mit
- 10 sogenannten Nanopartikeln. Nanopartikel gemäß der vorliegenden Erfindung sind anorganische Schichtsilikate deren atomare Schichten durch eingelagerte organische Moleküle aufgeweitet und damit aufgelockert sind. Durch Einarbeiten in polymere Werkstoffe können die atomaren Schichten getrennt werden, wodurch eine extrem feine Verteilung der Partikel bewirkt wird. Die Oberfläche der dispergierten Partikel bewirkt eine extreme Verlängerung des Diffusionsweges eines gegebenenfalls permeierenden Moleküls, wodurch die Permeation reduziert wird.
- 15

- Erfindungsgemäß geeignete Haftvermittler umfassen polarmodifizierte Polyethylene (HDPE oder LLDPE und LDPE). Die Polarmodifizierung erfolgt üblicherweise durch Pfropfcopolymerisation mit polaren Molekülen mit C=C-Doppelbindungen, wie etwa Fumarsäure, Maleinsäure oder auch
- 20 Maleinsäureanhydrid. Die gepfropften Polyethylene können in nachfolgenden Reaktionen zusätzlich chemisch modifiziert werden, beispielsweise durch Einbringung von Aminogruppen. Darüber hinaus eignen sich auch Copolymerisate des Ethylens mit Vinylacetat, Acrylsäure bzw. deren Ester prinzipiell als Haftvermittler.

- 25 Die sogenannte Mahlgutschicht wird vorzugsweise aus sogenannten Butzen erzeugt, die beispielsweise bei der Herstellung der Kunststoffhohlkörper als Restmaterialien bzw. Produktionsreste anfallen.

- In weiteren Ausführungsformen ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Halbschalen bzw. der
- 30 Kunststoffhohlkörper vor bzw. nach dem Verschweißen der beiden thermogeformten Halbzeuge mit einer zusätzlichen permeationsmindernden Beschichtung versehen wird. Die permeationsmindernde Beschichtung kann beispielsweise mittels Direktfluorierung, Lackierung oder Plasmopolymerisation der Kunststoffbehälter erhalten werden.

- 35 Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass im folgenden das erfindungsgemäße Verfahren lediglich beispielhaft hinsichtlich der möglichen Ausführungsformen beschrieben wird. Erfindungsgemäß sind noch weitere Ausführungsformen vorgesehen, welche ebenfalls das erfindungsgemäße Verfahrensprinzip aufweisen.

Im ersten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zunächst ein Kunststoffvorformling hergestellt. Dies kann beispielsweise in einer 6-Schicht-Coextrusionsblasformanlage, wie sie von der Firma Krupp Kautex Maschinenbau hergestellt und vertrieben wird, durchgeführt werden. Man erhält bei der Coextrusion einen schlauchförmigen, aus sechs Schichten aufgebauten Vorformling. Der Schichtaufbau des Vorformlings entspricht dem bereits beschriebenen Aufbau (von außen nach innen: HDPE, Mahlgut, Haftvermittler, Barrierepolymer, Haftvermittler, HDPE). Die Schichtdickenverteilung des Vorformlings liegt ebenfalls in den bereits angegebenen Bereichen.

Die Vorformlingswanddicke wird bei der Coextrusion der Geometrie des Fertigteils so angepasst, dass im Fertigteil eine möglichst homogene Wanddickenverteilung ohne Dünnstellen erzeugt wird. Die Vorformlingswanddicke wird hierbei durch ein geeignetes Programm, welches den zeitlichen Verlauf des Düsenpalts regelt (WDS), und gegebenenfalls auch durch radiale Steuerung des Düsenpalts (PWDS) reguliert. Die Wanddickenverteilung regelt sich nach den Anforderungen an das mechanische Verhalten des Materials sowie bei Kunststoffkraftstoffbehältern auch nach dem geforderten Verhalten im Brandfalle. Der Durchmesser bzw. der Umfang des Vorformlingsschlauches wird den Erfordernissen des Werkzeugs angepasst und lässt sich problemlos über die Wahl des Düsendurchmessers festlegen.

Der Kunststoffvorformling wird bis zu einer solchen Länge extrudiert, wie sie für das jeweilige Werkzeug erforderlich ist. Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Vorformling über eine geeignete Spreizvorrichtung extrudiert werden kann, die im einfachsten Falle aus zwei senkrecht montierten Stangen besteht, welche beispielsweise hydraulisch voneinander weg bewegt werden können. Werden die beiden parallel oder auch schräg zueinander angeordneten Stangen, die sich im Innenraum des Vorformlingsschlauches befinden, voneinander weg bewegt, so erfährt die Schmelze über die gesamte Länge des Vorformlingsschlauches eine Dehnung senkrecht zur Extrusionsrichtung. Selbstverständlich lässt sich die vorbeschriebene Spreizvorrichtung auch mehrteilig konstruieren, so dass der Vorformlingsschlauch in axialer Richtung gezielt unterschiedlichen Dehnungen bzw. Spreizungen unterworfen werden kann. Die Bearbeitung mit Hilfe einer Spreizvorrichtung bietet nicht nur die Möglichkeit, den coextrudierten Schlauch gezielt vorzuformen, sondern darüber hinaus die Wanddicke des Vorformlings über diesen Spreizvorgang zu steuern.

Der so erhaltene Kunststoffvorformling wird unterhalb der Düse des Extrusionskopfes abgetrennt. Anschließend wird der in der Spreizvorrichtung aufgespannte und gehaltene schmelzeförmige Vorformling aus dem Bereich der Vorformlingsextrusion herausgeschwenkt, um im nächsten Arbeitsschritt an zumindest zwei den Erfordernissen der nachfolgenden Verfahrensschritten und des Fertigteils angepassten Linien aufgeschnitten zu werden. Hierzu werden zu beiden Seiten des Vorformlings Halterungsvorrichtung an den Kunststoffvorformling herangeführt, welche die nach dem Schneiden anfallenden Hälften des Vorformlings festhalten und positionieren können. Beispielsweise geeignete Halterungsvorrichtungen sind Saugnäpfe. Das Abtrennen und der Trans-

port von Schmelzschläuchen ist ein im Stand der Technik bekannter Prozessschritt und wird beispielsweise in der EP 0 653 286 ausführlich beschrieben. Das Zerteilen des Kunststoffvorformlings in axialer Richtung erfolgt vorzugsweise mit Robotern, die eine dreidimensionale Steuerung der Schneidewerkzeuge ermöglichen. Auf diese Weise kann die Flächenform des Halbzeugs an den Kantenverlauf des Tiefziehwerkzeugs angepasst werden, wodurch der anfallende Butzenanteil minimiert werden kann. Wahlweise kann der Schmelzeschlauch auch bereits während der Extrusion oder aber unmittelbar anschließend noch vor der Abtrennung von der Düse in axialer Richtung aufgeschnitten werden. Erfolgt das Aufschneiden während der Extrusion kann das flächige Halbzeug seinerseits quer zur Extrusionsrichtung gereckt werden.

10

Die nunmehr erhaltenen zumeist plattenförmigen, flächigen Halbzeuge werden im nächsten Schritt an die beiden vorzugsweise sich gegenüberliegenden Werkzeughälften herangeführt. Dies kann ebenfalls durch Roboter geschehen. Die Werkzeughälften weisen gegebenenfalls unterschiedliche Formen auf, für das Ober- bzw. Unterteil des zu fertigenden Kunststoffhohlkörpers.

15

Beide Werkzeughälften werden in einem ersten Schritt auf den Zwischenrahmen geschlossen, wobei jede Werkzeughälfte von einer Seite auf den Rahmen schließt. Der Zwischenrahmen ist so gestaltet, dass eine Berührung der beiden Halbzeuge verhindert wird. Durch Anlegen von Unterdruck in den Werkzeughälften und/oder durch einblasen von Blasluft aus der Mitte des geschlossenen Werkzeugs werden die schmelzeförmigen Halbzeuge in das Werkzeug eingesogen bzw.

20

durch die Blasluft gegen das Werkzeug gedrückt, wobei durch ein entsprechendes Druck-Zeitprofil die multiaxiale Ausdehnung der Schmelze und somit auch die Wanddickenverteilung in den zu fertigenden Halbschalen weiter optimiert werden kann. Ferner können die Tiefzieh- und Blasformschritte in beliebig wählbarer Reihenfolge und Kombination nacheinander oder gleichzeitig durchgeführt werden.

25

Nach dem Einformen der Halbzeuge in die Werkzeughälften wird das Werkzeug geöffnet und der Zwischenrahmen entfernt. Anschließend werden gegebenenfalls Einbauteile in die Halbschalen montiert und/oder eine Beschichtung der Innenseiten der Halbschalen vorgenommen. Bei der

30

Fertigung eines Kunststoffkraftstoffbehälters können beispielsweise Lüftungsleitungen für den Druckausgleich innerhalb des Tanks, Kraftstoffleitungen für den Flüssigkeitsausgleich innerhalb des Tanks, Ventile, Schwalltöpfe, Pumpen- und/oder Tankgebermodule beim Betanken in die Tankhalbschalen eingelegt und mit der noch schmelzewarmen Innenoberfläche verschweißt werden. Auch für diesen Prozess werden vorzugsweise Roboter eingesetzt. Im letzten Fertigungsschritt werden die beiden noch in den Werkzeugen befindlichen Halbschalen durch nochmaliges

35

Schließen des Werkzeugs, diesmal ohne Zwischenrahmen, aufeinandergeführt und miteinander durch Zusammendrücken der beiden Werkzeuge verbunden. Dabei wird der auf den Stirnflächen der Werkzeughälften aufliegende Teil der beiden Halbzeuge miteinander in Kontakt gebracht und vorzugsweise verschweißt. Die Werkzeuge und ihre Schließbewegungen werden so gestaltet, dass beim Verpressen der Halbschalen während des Schweißvorgangs Material in geeignete

40

Kammern fließen kann, so dass die Schweißnahtgeometrie den Erfordernissen der Bauteilfestig-

keit sowie der Dichtigkeit gegenüber Kraftstoffpermeation angepasst werden kann. Nach dem Fügeprozess wird der Tank, gegebenenfalls nach einer weiteren Formung durch Blasformung oder Tiefziehen, unter Einhaltung verfahrenstechnisch erforderlicher Kühlzeiten entformt.

5 In Figur 2A ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Zerteilung eines Kunststoffvorformlings schematisch dargestellt. Der Kunststoffvorformling tritt in Form eines Schlauches aus der Extrusionsvorrichtung (1) aus der Düse aus. Als Schneidevorrichtung bzw. Mittel zum Zerteilen des Kunststoffvorformlings fungiert ein Körper (3), welcher optional kühlbar ist, mit einem dreieckigen Querschnitt, welcher senkrecht zur Extrusionsrichtung angeordnet ist. Weiterhin umfasst die Vorrichtung eine beheizbare Halterung (4), auf welcher die Schneidevorrichtung angebracht ist. Als 10 erfindungsgemäße Antriebsmittel fungieren zwei in unmittelbarer Nähe zu der Schneidevorrichtung angeordnete pneumatisch angetriebene Antriebswalzen (2). Das Anbringen in unmittelbarer Nähe zu dem Körper (3) hat den Vorteil, dass die beiden entstehenden Vorformlingsabschnitte (6) unmittelbar nach der Durchtrennung des Vorformlings von der Schneidevorrichtung 15 abgehoben und somit Verklebungen bzw. Anhaftungen der Plattenhalbzeuge an der Vorrichtung vermieden werden. Aufgrund der durch die Antriebswalzen (2) ausgeübten Zugkraft, wird der Kunststoffvorformling gleichmäßig über die Schneidevorrichtung geführt, so dass die resultierenden flächigen Plattenhalbzeuge insbesondere in den Randbereichen, also an den Schnittkanten, keine oder vergleichsweise sehr geringe Faltungen und Unregelmäßigkeiten aufweisen.

20 In Figur 2 B ist eine weiter erfindungsgemäße Vorrichtung zur Zerteilung eines Kunststoffvorformlings schematisch dargestellt. Die in Figur 2 gezeigte Vorrichtung unterscheidet sich von der Vorrichtung gemäß Figur 1 lediglich durch zwei zusätzlich angebrachte Führungsrollen (5). Diese Führungsrollen vermeiden nicht nur unerwünschte Berührungen zwischen den Halbzeugen (6) 25 nach dem Trennvorgang, sondern schaffen auch den gewünschten Freiraum für einzuführende Vorrichtungen und Bauteile. Die Führungsrollen (5) können senkrecht zur Extrusionsrichtung bewegt werden. Die Beweglichkeit der Führungsrollen senkrecht zur Extrusionrichtung ermöglicht eine gezielte Einstellung der Distanz zwischen den erhaltenen Halbzeugen. Die Antriebswalzen (2) sind bei der Vorrichtung gemäß Figur 2 in die Schneidevorrichtung (3) eingelassen bzw. integriert. 30

In Figur 3 sind die Verwerfungen am Vorformling bei nicht erfindungsgemässen Vorrichtungen (ohne Antriebsmittel) abgebildet. Die resultierenden Schnittkanten und auch die Halbzeuge selbst werden infolge dessen erheblich deformiert.

35 In Figur 4 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung und die so zerteilten Vorformlinge bzw. die resultierenden flächigen Plattenhalbzeuge abgebildet. Diese weisen insbesondere in den Randbereichen, also an den Schnittkanten, keine Faltungen und Unregelmäßigkeiten auf. Verarbeitet wurde das gleiche Polymer wie in Figur 3.

In Figur 5 ist eine Zwischenrahmen (8) zwischen zwei Halbschalen (7) dargestellt.

5

10



15

20

25



30

35

40

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern, umfassend die folgenden Schritte:
Herstellen eines schlauchförmigen Kunststoffvorformlings mittels Extrusion oder Coextrusion;
5 Aufschneiden des Kunststoffvorformlings zu zwei flächigen Halbzeugen;
a) Formen der flächigen Halbzeuge in zwei Werkzeughälften zu Halbschalen, wobei die Werkzeughälften voneinander mindestens entlang der umlaufenden Kanten durch einen entfernbaren Zwischenrahmen getrennt sind, so dass sich die Halbzeuge/Halbschalen nicht berühren;
10 b) Öffnen der Werkzeughälften und entfernen des Zwischenrahmens;
c) Schließen der Werkzeughälften, wodurch die Halbschalen entlang eines umlaufenden Randes in Kontakt miteinander kommen; und
d) Verbinden der Halbschalen zu einem Hohlkörper.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Entfernen des Zwischenrahmens in die geformten Halbschalen Einbauteile an der Innenseite mindestens einer Halbschale angebracht werden können.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbauteile z.B. Lüftungsleitungen für den Druckausgleich innerhalb des Tanks, Kraftstoffleitungen für den Flüssigkeitsausgleich innerhalb des Tanks, Ventile, Schwalltöpfe, Pumpen- und/oder Tankgebermodule sind.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die flächigen Halbzeuge in den Werkzeughälften mittels Thermoformen und/oder Blasformen zu Halbschalen geformt werden.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbinden der Halbschalen durch Verkleben und/oder Verschweißen erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschweißen der Halbschalen aus der Tiefziehwärme erfolgt.
- 35 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Verbinden der Halbschalen eine weitere Formung des Hohlkörpers durch Thermoformen und/oder Blasformen erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Zwischenrahmen eine Zwischenplatte verwendet wird, welche die Fläche zwischen beiden Werkzeughälften im wesentlichen vollständig ausfüllt.
- 5 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenrahmen mit Vorrichtungen zur Kühlung oder Beheizung ausgestattet ist.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenrahmen mit Vorrichtungen zur gezielten Beheizung der Kanten der geformten Halbschalen ausgestattet ist.
- 10
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenrahmen mit Vorrichtungen zur Beheizung der Quetschkante mindestens einer Werkzeughälfte, bevorzugt beider, ausgestattet ist.
- 15
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenrahmen bzw. die Zwischenplatte einteilig oder mehrteilig ausgeführt ist.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren ohne zusätzliche Aufheiz- oder Abkühlschritte abläuft.
- 20
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Aufschneiden des Kunststoffvorformlings walzenförmige Antriebselemente, vorzugsweise angetriebene Gleitrollen, zur gleichmäßigen Führung über die Schneidevorrichtung verwendet werden.
- 25
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schneiden des Kunststoffvorformlings vor der Abtrennung von der Düse, also bereits während der Extrusion oder unmittelbar anschließend erfolgt.
- 30
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoffvorformling mindestens eine Schicht aus polymeren Material aufweist, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe umfassend Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polyamid, Polyketon, Polyester und/oder Mischungen davon.
- 35
17. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoffvorformling aus mehreren Schichten aufgebaut ist, umfassend vorzugsweise Basisschicht, Mahlgutschicht, Haftvermittlerschicht und/oder Barrierschicht.
- 40

18. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoffvorformling aus mehreren Schichten aufgebaut ist, umfassend von außen nach innen:

- eine Schicht aus HDPE mit einer Dicke von 5 bis 30%,
- eine Mahlgutschicht mit einer Dicke von 10 bis 82%,
- eine Haftvermittlerschicht mit einer Dicke von 1 bis 5%,
- eine Barrierschicht mit einer Dicke von 1 bis 10%,
- eine Haftvermittlerschicht mit einer Dicke von 1 bis 5%,
- eine Schicht aus HDPE mit einer Dicke von 10 bis 40%,

jeweils bezogen auf die Gesamtdicke der Behälterwand.

19. Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern, umfassend die folgenden Schritte:

- a) Herstellen eines schlauchförmigen Kunststoffvorformlings mittels Extrusion oder Co-extrusion, umfassend mindestens eine Schicht aus polymerem Material, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe umfassend Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polyamid, Polyketon, Polyester und/oder Mischungen davon;
- b) Aufschneiden des Kunststoffvorformlings zu zwei flächigen Halbzeugen mittels einer geeigneten Schneidevorrichtung, unter Verwendung von angetriebenen Gleitrollen zur gleichmäßigen Führung des Vorformlings über die Schneidevorrichtung;
- c) Formen der flächigen Halbzeuge in zwei Werkzeughälften zu Halbschalen, wobei die Werkzeughälften voneinander mindestens entlang der umlaufenden Kanten durch einen entfernbaren Zwischenrahmen getrennt sind, so dass sich die Halbzeuge/Halbschalen nicht berühren;
- d) Öffnen der Werkzeughälften und entfernen des Zwischenrahmens;
- e) Schließen der Werkzeughälften, wodurch die Halbschalen entlang eines umlaufenden Randes in Kontakt miteinander kommen; und
- f) Verschweißen der Halbschalen zu einem Hohlkörper.

20. Kunststoffhohlkörper, herstellbar nach dem Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 19.

21. Verwendung eines nach dem Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 18 erhältlichen Kunststoffhohlkörpers als Kunststoffkraftstoffbehälter in Kraftfahrzeugen, als Benzinkanister, Kunststofftank zur Lagerung und zum Transport von Heizöl, Diesel und dergleichen, Transportbehälter auf Nutzfahrzeugen, beispielsweise für landwirtschaftliche Spritzmittel, Lösemittelbehälter, Lösungsmittelbehälter, Kunststoffflaschen und dergleichen.

Mehrstufiges Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern aus Halbschalen

Zusammenfassung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein mehrstufiges Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern, welches die folgenden Schritte umfasst:
- a) Herstellen eines schlauchförmigen Kunststoffvorformlings mittels Extrusion oder Coextrusion;
 - b) Aufschneiden des Kunststoffvorformlings zu zwei flächigen Halbzeugen;
 - 10 c) Formen der flächigen Halbzeuge in zwei Werkzeughälften zu Halbschalen, wobei die Werkzeughälften voneinander mindestens entlang der umlaufenden Kanten durch einen entfernbaren Zwischenrahmen getrennt sind, so dass sich die Halbzeuge/Halbschalen nicht berühren;
 - d) Öffnen der Werkzeughälften und Entfernen des Zwischenrahmens;
 - 15 e) Schließen der Werkzeughälften, wodurch die Halbschalen entlang eines umlaufenden Randes in Kontakt miteinander kommen; und
 - f) Verbinden der Halbschalen zu einem Hohlkörper.

20

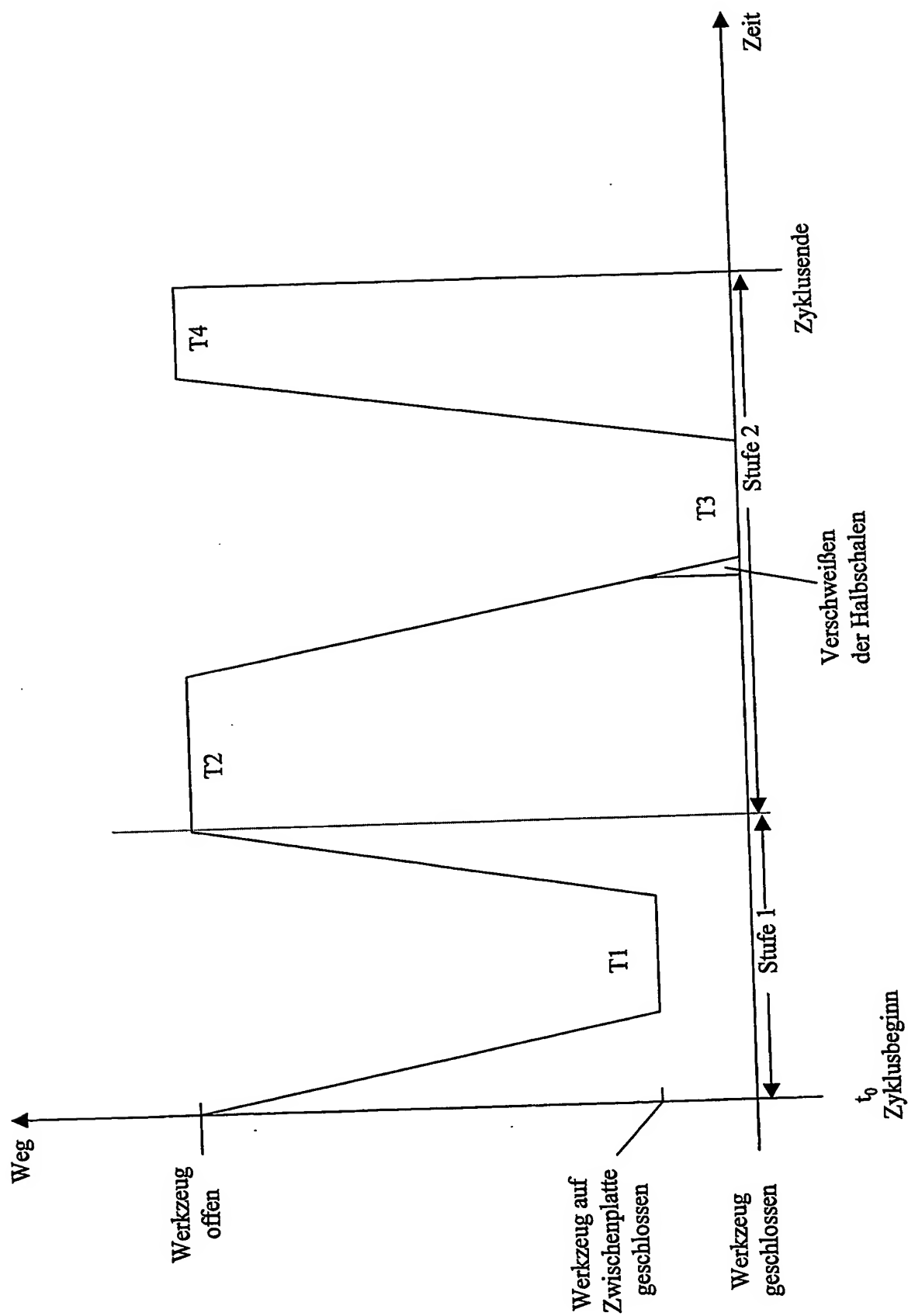
25

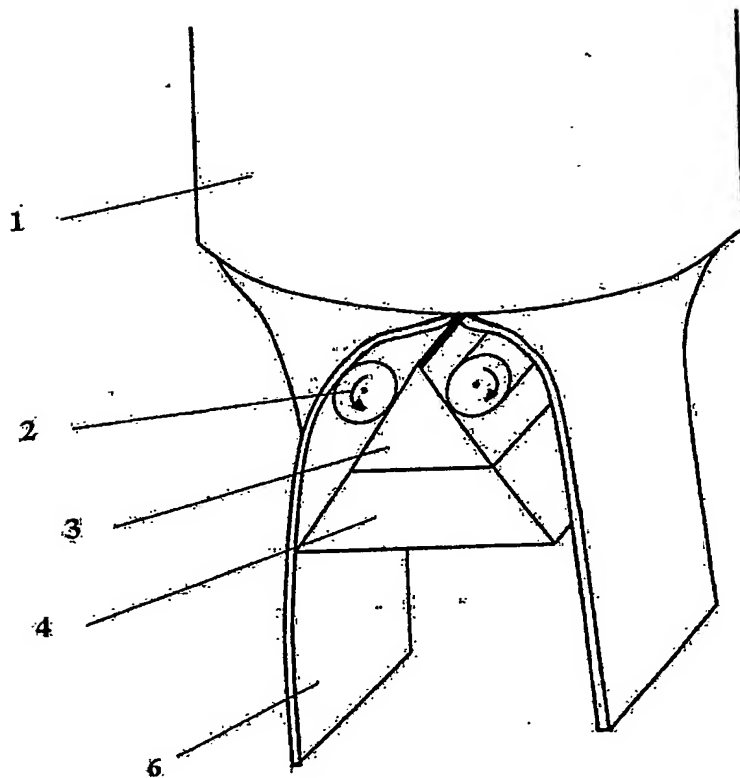
30

35

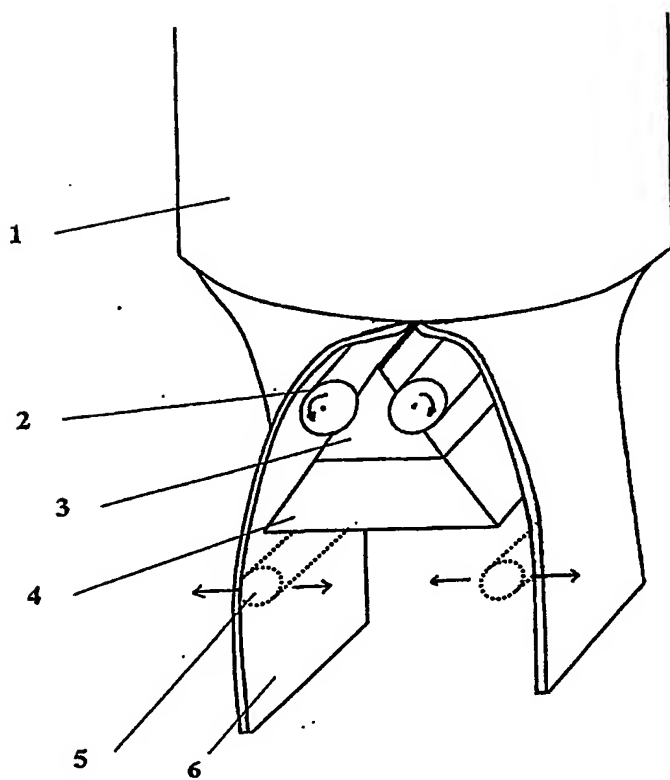
40

FIGUR 1

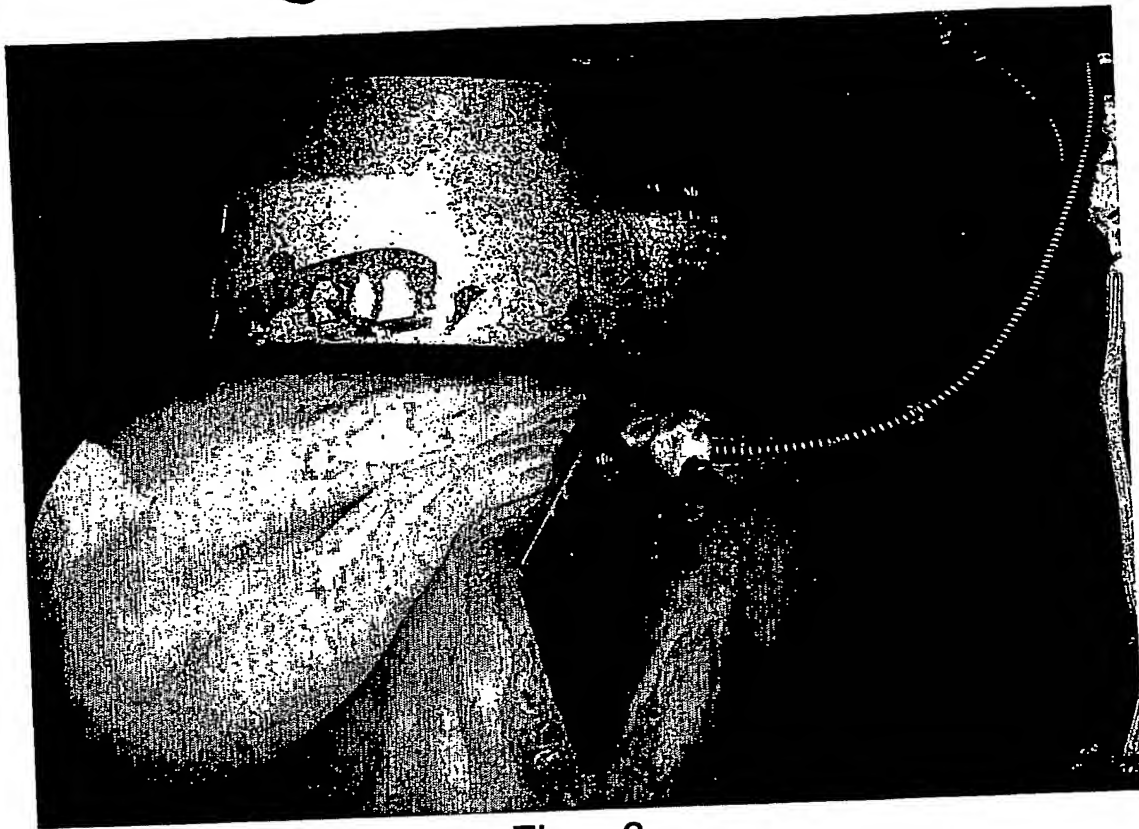




Figur 2A



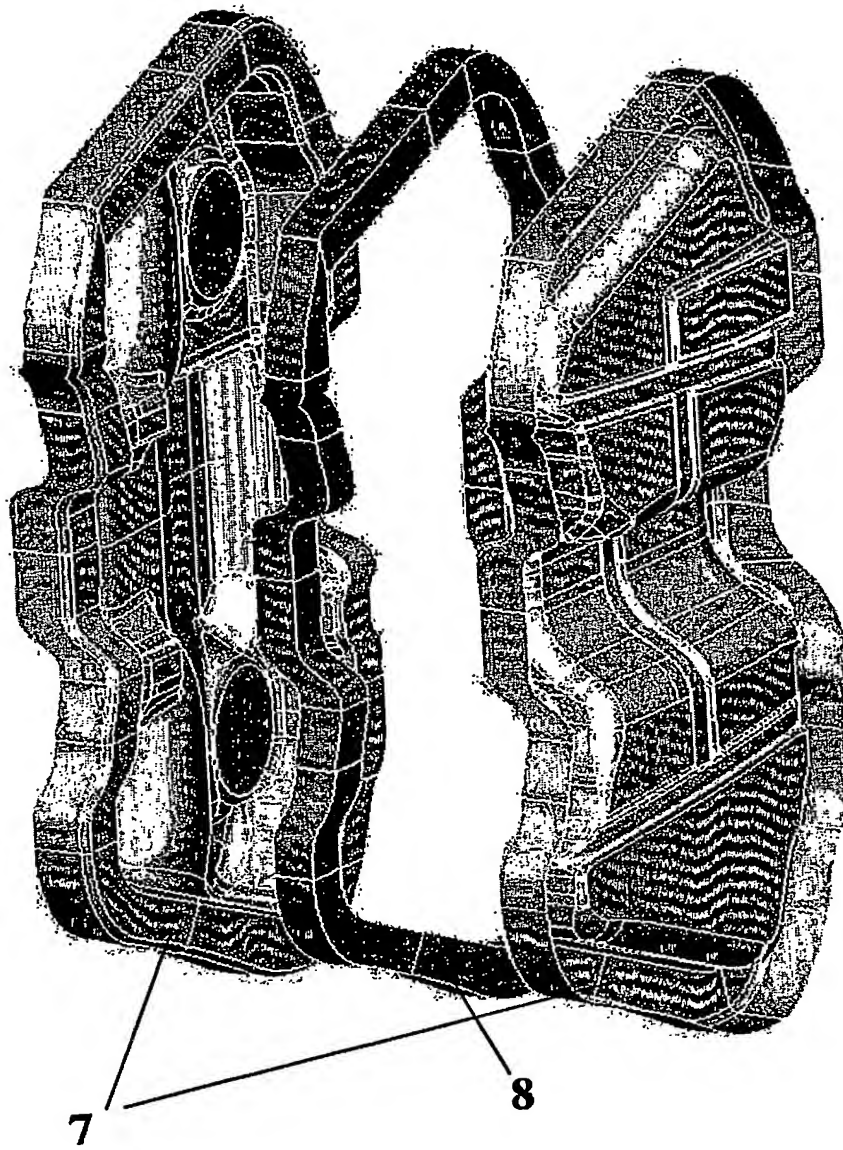
Figur 2B



Figur 3



Figur 4



Figur 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.